

## Практическая работа № 5 «Окислительно-восстановительные реакции»

**Цель работы:** закрепить полученные знания об окислительно-восстановительных реакциях.

### Вспомним:

«Новороссийский колледж строительства и экономики» (ГАПОУ КК «НКСЭ»)

**Дисциплины: «Химия» и «Естествознание – Химия»**  
**Тема «Химические реакции»**



2021 г.

Материал подготовлен кандидатом технических наук Кузьминой Ириной Викторовной

**Содержание**

Инструкция по использованию интерфейса  
Условия возникновения и течения химических реакций.  
Признаки химических реакций. Проверим, как Вы поняли и запомнили пройденный материал.  
Классификация химических реакций. Классификация по числу и составу исходных веществ и продуктов реакции. Классификация по признаку выделения или поглощения теплоты. Классификация по изменению степени окисления атомов элементов, входящих в состав реагирующих веществ. Классификация по признаку обратимости. Классификация по наличию поверхности раздела между реагирующими веществами. Образец выполнения контрольного задания. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Проверим, как Вы поняли и запомнили пройденный материал.  
Использованные источники.

**Окислительно-восстановительные реакции (ОВР)** – это химические реакции, сопровождающиеся **изменением степени окисления у атомов реагирующих веществ**. При этом одни частицы отдают электроны, а другие получают.

Как определить **степень окисления** смотрите в презентации **«Химическая связь»**

«Новороссийский колледж строительства и экономики» (ГАПОУ КК «НКСЭ»)

**Дисциплины: «Химия» и «Естествознание – Химия»**  
**Тема «Химическая связь»**



2021 г.

Материал подготовлен кандидатом технических наук Кузьминой Ириной Викторовной

**Определение степени окисления атома в соединении**

Для определения **степени окисления** атома в соединении **следует учитывать** ряд положений.

- Степень окисления атомов в молекулах **простых веществ** ( $H_2^0$ ,  $Cl_2^0$ ,  $N_2^0$  и т. д.), в металлах и неметаллах в элементарном состоянии ( $C^0$ ,  $Na^0$ ,  $S^0$ ,  $Al^0$  и т. д.) **равна нулю**, так как электроны распределены равномерно, т. е. смещения общих электронных пар не происходит.
- Степень окисления атомов **фтора** **во всех его соединениях** равна **-1**.

- Степень окисления атомов **кислорода** в большинстве соединений равна **-2** (**исключение**  $O^{+2}F_2^{-1}$ , где степень окисления атомов кислорода **+2** и  $O_2^{+1}F_2^{-1}$ , где степень окисления атомов кислорода **+1**, так как фтор – более электроотрицательный элемент).
- Атом **водорода** в большинстве соединений имеет степень окисления **+1**, в соединениях водорода с активными металлами его степень окисления равна **-1** ( $Na^{+1}H^{-1}$ ).

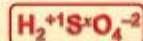


- Степень окисления атомов **металлов главной подгруппы I группы** во всех соединениях равна **+1**.
- Степень окисления атомов **металлов главной подгруппы II группы** во всех соединениях равна **+2**.
- Степень окисления атомов алюминия **+3**.
- Любое соединение электронейтрально, поэтому алгебраическая сумма положительных степеней окисления должна быть равна сумме отрицательных.

**Задание 2.** Определите степень окисления атома серы в серной кислоте  $H_2SO_4$ .

**Решение**

1. Обозначим степень окисления атома серы через  $x$ .
2. Укажем степени окисления атомов **кислорода (-2)** и **водорода (+1)**:  
 $H_2^{+1}S^xO_4^{-2}$ .
3. Определим сумму положительных зарядов:  
 $2 \cdot (+1)$ .
4. Определим сумму отрицательных зарядов:  
 $4 \cdot (-2)$ .



5. Составим алгебраическое уравнение, пользуясь исходным положением:  
 $2 \cdot 1 + x + 4 \cdot (-2) = 0$ ,  
отсюда  $x = +6$ .

**Ответ:** степень окисления атома серы в серной кислоте равна +6.

**Алгоритм 2 (алюминий + кислород)**

- 1 – 3. Смотри способ 1, пункты 1–3.
4. **Индекс** для **алюминия** численно равен степени окисления атома кислорода (2):



5. **Индекс** для **кислорода** численно равен степени окисления атома алюминия (3):



**Сущность второго способа** составления химических формул бинарных соединений по степени окисления можно представить в виде схемы:



**Минимальная (отрицательная) степень окисления атомов (элементов главных подгрупп IV–VII групп) = номер группы – 8**

Для **металлов** (атомы, содержащие на внешнем энергетическом уровне 1–3 электрона) **минимальная степень окисления 0**.

**Максимальная степень окисления атомов = номер группы**

**Максимальная степень окисления атомов = +2 (только со фтором!!!!)**

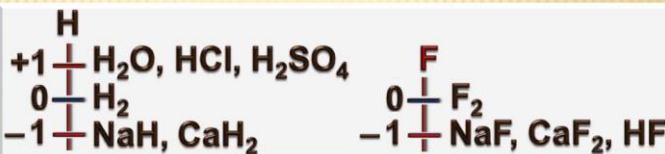
**Максимальная степень окисления атомов = 0**

Группы химических элементов

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX																																																																																																																						
H	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Mendelevium	Nobelium	Lanthanum	Cerium	Praseodymium	Neodymium	Europium	Gadolinium	Terbium	Dysprosium	Ytterbium	Lutetium	Hafnium	Tantalum	Tungsten	Rhenium	Osmium	Iridium	Palladium	Silver	Cadmium	Indium	Tin	Antimony	Tellurium	Iodine	Xenon	Radium	Actinium	Thorium	Protactinium	Uranium	Neptunium	Plutonium	Americium	Curium	Berkelium	Californium	Einsteinium	Fermium	Mendelevium	Nobelium

**Характерные степени окисления некоторых элементов**

**Примечание:** в большинстве соединений у **водорода** степень окисления **+1**, а у **фтора** **-1**.



$+4 \begin{array}{ c} \hline C, Si, Ge \\ \hline \end{array}$	$+4 \begin{array}{ c} \hline CO_2, SiO_2, CCl_4, SiF_4 \\ \hline \end{array}$
$+3 \begin{array}{ c} \hline \\ \hline \end{array}$	
$+2 \begin{array}{ c} \hline CO \\ \hline \end{array}$	
$+1 \begin{array}{ c} \hline C, Si, Ge \\ \hline \end{array}$	
$-1 \begin{array}{ c} \hline \\ \hline \end{array}$	
$-2 \begin{array}{ c} \hline \\ \hline \end{array}$	
$-3 \begin{array}{ c} \hline \\ \hline \end{array}$	
$-4 \begin{array}{ c} \hline CH_4 \\ \hline \end{array}$	

$+6 \begin{array}{ c} \hline S, Se \\ \hline \end{array}$	$+6 \begin{array}{ c} \hline SO_3, SeO_3, H_2SO_4, H_2SeO_4 \\ \hline \end{array}$
$+4 \begin{array}{ c} \hline \\ \hline \end{array}$	$+4 \begin{array}{ c} \hline SO_2, SeO_2, H_2SO_3, H_2SeO_3 \\ \hline \end{array}$
$+2 \begin{array}{ c} \hline \\ \hline \end{array}$	
$0 \begin{array}{ c} \hline S, Se \\ \hline \end{array}$	
$-2 \begin{array}{ c} \hline H_2S, H_2Se \\ \hline \end{array}$	

$+2 \begin{array}{ c} \hline Be, Mg, Ca, Zn \\ \hline \end{array}$	$+2 \begin{array}{ c} \hline OF_2 \\ \hline \end{array}$
$+1 \begin{array}{ c} \hline \\ \hline \end{array}$	$+1 \begin{array}{ c} \hline O_2F_2 \\ \hline \end{array}$
$0 \begin{array}{ c} \hline \\ \hline \end{array}$	$0 \begin{array}{ c} \hline O_2 \\ \hline \end{array}$
$-1 \begin{array}{ c} \hline \\ \hline \end{array}$	$-1 \begin{array}{ c} \hline H_2O_2, Na_2O_2 \\ \hline \end{array}$
$-2 \begin{array}{ c} \hline Be, Mg, Ca, Zn \\ \hline \end{array}$	$-2 \begin{array}{ c} \hline H_2O, H_2SO_4, Na_2O, CaO \\ \hline \end{array}$



ОВР – это реакции, в результате которых происходит изменение степеней окисления атомов.

### Окислитель

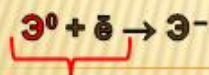
это частица (атом, молекула или ион), которая **присоединяет** электроны. Степень окисления окислителя **уменьшается**. Идет процесс **восстановления**

Окислитель восстанавливается

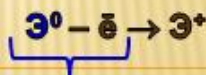
### Восстановитель

это частица (атом, молекула или ион), которая **отдает** электроны. Степень окисления восстановителя **увеличивается**. При этом протекает процесс **окисления**

Восстановитель окисляется



**восстановление**  
**Э<sup>0</sup> – окислитель**

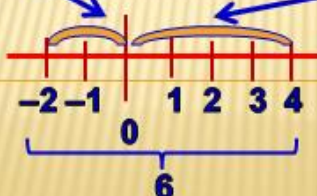


**окисление**  
**Э<sup>0</sup> – восстановитель**

Э – элемент

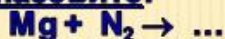
$\bar{\text{e}}$  – электрон – **отрицательно** заряженная частица. Поэтому, как в математике, когда **прибавляем «-»** – степень окисления **понижается**, а когда **отнимаем «-»** – степень окисления **повышается**:

$\text{Э}^0 + \bar{\text{e}} \rightarrow \text{Э}^-$	$\text{Э}^- + \bar{\text{e}} \rightarrow \text{Э}^{-2}$	$\text{Э}^+ + \bar{\text{e}} \rightarrow \text{Э}^0$
$\text{Э}^0 - \bar{\text{e}} \rightarrow \text{Э}^+$	$\text{Э}^- - \bar{\text{e}} \rightarrow \text{Э}^0$	$\text{Э}^+ - \bar{\text{e}} \rightarrow \text{Э}^{+2}$
$\text{Э}^{-2} - 6\bar{\text{e}} \rightarrow \text{Э}^{+4}$		$\text{Э}^{+4} + 6\bar{\text{e}} \rightarrow \text{Э}^{-2}$



### Алгоритм составления окислительно-восстановительных реакций

**Задание:** Допишите уравнение; коэффициенты расставьте методом электронного баланса, все соединения назовите:



**Решение**

#### 1. Составляем уравнение химической реакции

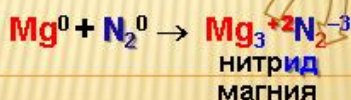
С **азотом** реагируют только самые активные металлы, при комнатной температуре взаимодействует только литий, образуя нитриды:



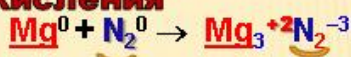
## 2. Ставим степени окисления над химическими элементами

Вспоминаем:

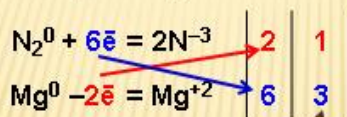
- 1) **Магний** располагается во 2-й группе, главной подгруппе – в соединениях всегда проявляет степень окисления **+2**.
- 2) **Азот** в нитридах проявляет степень окисления **-3**.
- 3) **Нулевое значение степени окисления** атомы имеют в соединениях с **неполярными связями**.



## 3. Определяем какие элементы изменили степень окисления

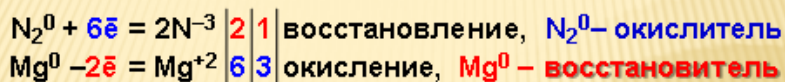


## 4. Определяем разницу между степенью окисления у исходных веществ и продуктов реакции

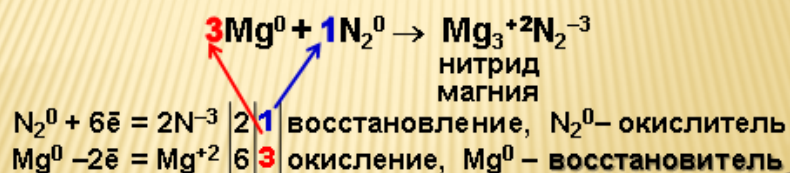


2 и 6 можно сократить на 2

## 5. Определяем окислитель и восстановитель, процесс окисления и восстановления

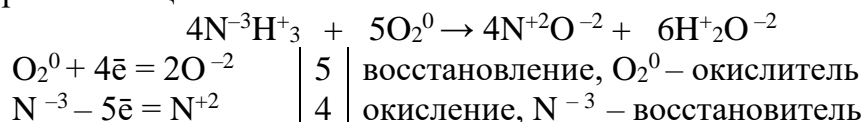


## 6. Окончательный ответ должен выглядеть так:

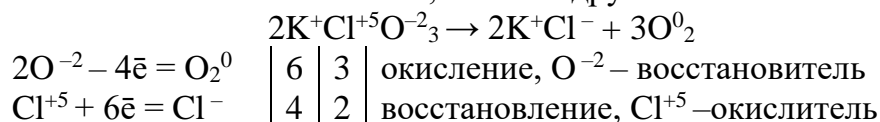


Реакции, которые протекают **с изменением степени окисления** (**окислительно-восстановительные реакции** или **ОВР**):

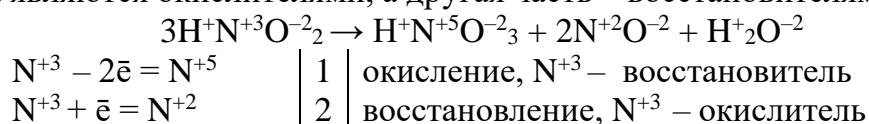
а) **межмолекулярные** реакции, в которых окислитель и восстановитель находятся в разных веществах



б) **внутримолекулярные** реакции, в которых в одном и том же веществе атомы одного элемента являются окислителями, а атомы другого – восстановителями



**в) реакции диспропорционирования или самоокисления-самовосстановления**, в которых в одном и том же веществе часть атомов одного и того же элемента являются окислителями, а другая часть – восстановителями



**Задания:** Определите тип ОВР; на основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме:

№ варианта	Задание
1	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
2	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t} \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$
3	$\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
4	$\text{P} + \text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HI}$
5	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
6	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} \text{CuO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
7	$\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$
8	$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
9	$\text{I}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HIO}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
10	$\text{KI} + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{NO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
11	$\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
12	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$
13	$\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$
14	$\text{SnSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Sn}(\text{SO}_4)_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
15	$\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
16	$\text{FeCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + \text{CrCl}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
17	$\text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
18	$\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$
19	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{KOH} + \text{KNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
20	$\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
21	$\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2$
22	$\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
23	$\text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
24	$\text{N}_2\text{H}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
25	$\text{NaCrO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
26	$\text{P} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PH}_3 + \text{KH}_2\text{PO}_4$
27	$\text{PbS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
28	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl}_{\text{конц.}} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
29	$\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$
30	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{C} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + \text{CO}$